

Diagnóstico químico preliminar da qualidade das águas superficiais do Parque Nacional da Serra dos Órgãos e entorno

Preliminary chemical diagnosis of surface water quality from Serra dos Órgãos National Park and neighborhood

Luís Carlos Marques Pires¹; Delmo Santiago Vaitsman²; Paulo Bechara Dutra³

Resumo

Este trabalho foi desenvolvido visando determinar a qualidade das águas de mananciais, em fragmentos de Mata Atlântica, que abastecem a cidade de Teresópolis, através do estudo sistemático de parâmetros indicadores da qualidade, executado durante oito meses (julho/2003 a fevereiro/2004). Os dados obtidos em campo e os resultados analíticos foram tratados por estatística multivariada, confirmando a semelhança entre os pontos de coleta de amostra de água no Parque Nacional da Serra dos Órgãos e seu entorno. Em termos ambientais e de saúde pública, a conclusão mais importante é o fato de no período ter sido constatado que os parâmetros físicos e físico-químicos determinados encontram-se nos limites estabelecidos pela legislação vigente no Brasil.

Abstract

This work was developed aiming to determine the quality of waters of sources, in atlantic forest fragments that supply the city of Teresópolis, through the systematic study of indicating parameters of the quality executed during the period of eight months (July/2003 up to February/2004). Field data and the analytical results were treated using multivariate analysis. The results show similarity between points, in Serra dos Orgãos National Park and its neighborhood, and the interaction of the physical-chemical characteristics of the water with climatic conditions, in special, the rain regimen. In terms of the environment and public health, the most important conclusion is the fact that, during the study period, the physical and physical-chemical parameters studied were within the limits allowed by current law in Brazil.

¹ Engenheiro Químico, Mestre em Química, UERJ e Pós-graduação em Química Analítica do IQ/UFRJ. (pireslcm@uerj.br);

² Químico, Doutor em Química, Professor do Dep. de Química Analítica do IQ – UFRJ. (vaitsman@iq.ufrj.br);

³ Químico, Doutor em Química, Professor do Dep. de Química Analítica do IQ – UFRJ. (pbechara@iq.ufrj.br).



Introdução

A conservação da quantidade e da qualidade da água para abastecimento humano e outras utilizações depende da compreensão de que as represas, assim como os rios, são pequenas parcelas de uma grande região – a bacia hidrográfica – que compreende todo o território onde estão localizadas as nascentes, os rios, riachos e córregos que alimentam as represas e barragens, de onde são captadas as referidas águas (GOBBI D.L., 1997; AMADOR, 2003).

Ao fornecerem a água que se acumula nas represas (dependendo da capacidade), esses cursos d'água também podem trazer detritos e materiais poluentes que tenham sido despejados diretamente neles ou no solo por onde passaram. Por isso, mesmo em pontos muito distantes das barragens, onde aparentemente não há qualquer relação com ela, o depósito de lixo, por exemplo, pode estar contribuindo para o comprometimento da qualidade de suas águas (AMARAL, 2002).

Além do despejo de substâncias poluentes e depósitos irregulares de lixo, outros fatores contribuem para a degradação dos mananciais, tais como a impermeabilização do solo, resultante da urbanização não planejada, dos desmatamentos e perda das matas ciliares, bem como das atividades agrícolas sem controle de erosão que podem afetar o ambiente natural e contribuir para modificar as características das águas (GOMES, 2005).

Práticas como essas impedem a infiltração da água da chuva, que é responsável pela alimentação dos lençóis subterrâneos e, conseqüentemente, de todos os cursos d'água existentes na bacia hidrográfica. Os resultados aparecem nas inundações que ocorrem nas cidades no período de verão, pois a água escorre com muito mais ve-

locidade, e na estiagem do inverno, pois há perda da capacidade de armazenamento. Além disso, grandes quantidades de solo são carregados para os rios, córregos e barragens, tornando os cursos d'água mais rasos e, por isso, com menor quantidade de água (PIRES, 2005).

Em termos gerais, os objetivos básicos dos parques nacionais estabelecidos no Sistema Nacional de Unidades de Conservação (Snuc) consistem em preservar os ecossistemas naturais de grande relevância ecológica e beleza cênica, possibilitando a realização de pesquisas científicas e o desenvolvimento de atividades de educação e interpretação ambiental, de recreação em contato com a natureza e de turismo ecológico. Ao respeitar a evolução natural, dentro dos limites de uma das unidades de conservação, fica assegurada a perpetuidade de aspectos superlativos da flora, fauna, geomorfologia, paisagem e, em especial, da água e outros recursos (BRASIL, 2000).

É de se ressaltar a importância do Parnaso entre os remanescentes de Mata Atlântica preservados, que regulam o fluxo das águas, asseguram a fertilidade do solo, influem na regulação do clima da região, protegem escarpas e encostas das serras e, ainda, preservam um patrimônio histórico e cultural imenso onde se encontram mananciais e captações de água para consumo humano e outras finalidades de uso nos municípios de Teresópolis e Guapimirim.

Os fatos relacionados demonstram a importância de cobertura vegetal preservada para o ecossistema, incluindo a proteção da quantidade e qualidade das águas para consumo humano.

Portanto, para a execução deste trabalho foram selecionados seis pontos de coleta de amostras de águas em barragens situadas no Parque Estadual dos Três Picos e no Parque Nacional da

Serra dos Órgãos, localizados no município de Teresópolis, Rio de Janeiro.

O estudo realizado deu ênfase à determinação de alguns parâmetros capazes de contribuir para o conhecimento da qualidade das águas, constituindo-se numa base de dados para futuras ações de gestão, visando atender à Constituição Brasileira (1988), à Lei nº 9.085/00, que institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação; à Lei nº 9.433/97, que estabelece a Política Nacional dos Recursos Hídricos; à Portaria nº 518-GM/04-MS e à Resolução nº 357/05 Conama-MMA.

Materiais e métodos

As coletas realizadas no período de julho de 2003 a fevereiro de 2004 foram planejadas de modo a obter dados nos períodos de maior pluviosidade (verão) e no período de estiagem (inverno), realizando coletas durante cinco semanas seguidas. No período intermediário foram feitas coletas mensais, exceto no mês de dezembro, perfazendo um total de 13 coletas. A periodicidade das coletas e datas estão mostradas no Quadro 1.

Quadro 1 – Datas das coletas realizadas.

Coleta	Data	Coleta	Data
1	01/07/2003	8	28/11/2003
2	08/07/2003	9	13/01/2004
3	15/07/2003	10	20/01/2004
4	22/07/2003	11	27/01/2004
5	30/07/2003	12	03/02/2004
6	04/09/2003	13	09/02/2004
7	27/10/2003		

Os seis pontos de coleta de amostras de água, todos no município de Teresópolis, estão indicados no mapa da Figura 1. Foram selecionados

avaliando variáveis como a preservação da área, a importância para a biodiversidade, acessibilidade e, principalmente, seu uso para consumo público.

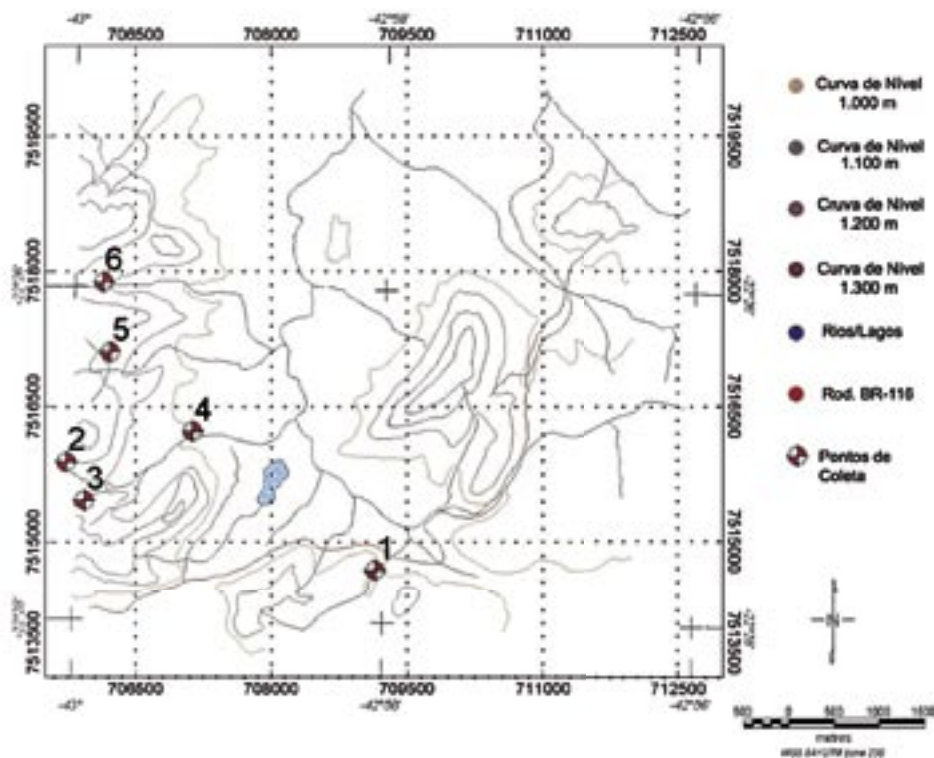


Figura 1 - Pontos de coleta de amostras de água.

Ponto 1 - Penitentes (22°27'40,9" S; 42°58'02,9" W) → Localiza-se no Parque Estadual dos Três Picos, próxima à BR-116, trecho de difícil acesso com subidas íngremes e por meio da mata. É a captação que apresenta maior espelho d'água.

Ponto 2-Beija-Flor (22°27'03,2" S; 43°00'02,7" W) → Barragem das águas provenientes do rio Beija-Flor, localizada no fim da estrada do Parnaso, de fácil acesso aos turistas.

Ponto 3 - Britador (22°27'17,0" S; 42°59'55,6" W) → Barragem do rio Paquequer em área de difícil acesso. As águas coletadas nesse ponto são utilizadas sem desinfecção para a distribuição aos consumidores.

Ponto 4 - Parque Nacional (22°26'51,7" S; 42°59'14,0" W) → Barragem das águas do rio Paquequer, situada próximo à sede do Parnaso e de residências.

Ponto 5 - Ingá (22°26'23,5" S; 42°59'46,3" W) → Localiza-se no entorno do Parnaso e suas águas atendem à região do Ingá.

Ponto 6 - Cascata dos Amores (22°25'58,3" S; 42°59'49,1" W) → Barragem localizada em sítio particular, dentro de área preservada, no entorno do Parnaso.

Todas as 2.652 determinações, correspondentes a 78 amostras, coletadas no período de julho de 2003 a fevereiro de 2004, foram realizadas em triplicata, de forma a garantir a qualidade dos resultados analíticos. O conjunto de elementos químicos estudados é importante para se conhecer as características atuais e físico-químicas principais, as que funcionam como meio de indicar, com o controle e monitoramento permanente, todas as alterações ocorridas, mesmo em curto período de tempo. Desse modo, o acompanhamento da presença dos elementos selecionados indicará agressões ao meio ambiente na área da bacia hidrográfica.

Os métodos analíticos empregados na parte experimental seguiram aos descritos no *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (APHA, 1989), documento utilizado como referência por instituições internacionais e nacionais de ensino, pesquisa, pelas empresas privadas e Vaitsman, (2000).

Os parâmetros determinados foram os seguintes: metais alcalinos (Na, K, e Li); metais sem pré-concentração (Fe e Zn); metais com pré-concentração (Ca, Mg, Al, Mn, Cu, Sn, Ag, Co, Cr, Cd, Pb e Ba); mercúrio por vapor frio; surfactantes; amônia; sulfeto; cianeto; ânions por cromatografia iônica (F, Cl, NO₂⁻, ClO⁻, BrO₃⁻, NO₃⁻ e SO₄⁻²); dureza; presença/ausência de bactérias do grupo coliforme (totais e fecais, *E. coli*).

Para as análises microbiológicas, visando a caracterização da presença/ausência de bactérias

do "grupo de bactérias coliformes", "grupo coliforme" ou "coliformes", consideradas sinônimas em água para consumo humano, utilizou-se a tecnologia do substrato definido® com reagente cromogênico e fluorogênico (VAITSMAN, 2005).

Foram realizadas análises em todos os seis pontos de coleta, em três datas diferentes. A primeira no período de estio (08/07/2003), as seguintes no período de chuvas (03/02/2004) e no período intermediário (27/10/2003), não tendo sido considerada a necessidade de contagem, pois era de se esperar a existência das bactérias do grupo em águas naturais de superfície, em áreas de acesso humano com variedade de fauna.

Somente métodos de análise de dados multivariados são suficientemente poderosos para a avaliação objetiva e compreensiva e interpretação dos dados ambientais. Têm sido amplamente usados como métodos sem interpretações tendenciosas nas análises da qualidade da água, no sentido de se estabelecer um panorama pleno de informações significativas (REGHUNATH, 2002; SIMEONOV, 2002; SINGH, 2004; MENDIGUCHIA, 2004; PARINET, 2004).

O procedimento para o manuseio desses dados depende da técnica envolvida. Geralmente, a seleção da técnica depende da quantidade de dados que se encontra abaixo do limite de detecção, do tamanho do conjunto de dados e da distribuição da probabilidade em que as medidas se apresentam. Quando o número de observações "< LD" é pequeno, sua substituição por um valor fixo e constante, como "LD/2", é perfeitamente satisfatório (EPA, 1989).

A análise de grupamento (cluster) é uma técnica de reconhecimento não direcionado que expõe a estrutura intrínseca que sustenta o comportamento de um conjunto de dados, sem formular, *a priori*, nenhuma hipótese, tendo por finalidade classificá-los em grupamentos ou categorias, baseado na proximidade ou similaridade entre eles (PIRES, 2005). Neste trabalho foi utilizado o programa Mintab 14, versão Demo, para realizar as análises estatísticas.

Resultados e discussão

Os resultados analíticos provenientes das pesquisas em ambientes naturais são, normalmente, caracterizados por sua alta variabilidade, cujas origens principais são geológicas, hidrológicas, meteorológicas e também antropogênicas, como descargas de emissores poluentes, atividades de agricultura, pecuária e outros (AMADOR, 2003). Outras referências relacionadas com a geomorfologia e a hidrologia das matas ciliares estão disponíveis na literatura (AB´SABER, 2000; LIMA & ZAKIA, 2000).

Portanto, poderia ser previsto que na determinação quantitativa de alguns dos elementos químicos selecionados para compor este trabalho, alguns teores pudessem ficar abaixo do limite de detecção dos equipamentos disponíveis no Laboratório de Desenvolvimento Analítico (LaDA-IQ/UFRJ). Isso porque o trabalho objetivou a determinação de parâmetros físico-químicos nas águas de mananciais em unidades de conservação que não se espera estarem poluídos. São nascentes, riachos e rios ainda não deteriorados pela ação do homem, nos quais a composição das águas é reflexo da ação da natureza que se faz presente de modo suave, interagindo com outros fenômenos naturais como as intempéries e a ação não premeditada dos animais silvestres.

Das 29 espécies químicas (cátions e ânions) determinadas, somente 31% apresentaram concentrações superiores ao limite de detecção (LD) dos métodos utilizados em suas determinações. Os elementos amônia, bário, bromato, cádmio, chumbo, cianeto, clorito, cobalto, cobre, cromo, estanho, fluoreto, lítio, manganês, mercúrio, nitrato, nitrito, prata, sulfeto e zinco obtiveram valores abaixo do LD e não serão discutidos neste trabalho.

A constatação explica-se uma vez que as águas foram coletadas em área sob proteção de unidade de conservação, onde não se verifica impacto de despejos de esgotos domésticos ou existência de unidades industriais nas proximidades dos pontos

escolhidos. Portanto, a provável origem das espécies químicas ou componentes inorgânicos que obtiveram resultados superiores ao LD, relacionados a seguir, é a lixívia do solo ou o aporte atmosférico (BAIRD, 2002).

Alumínio

Atualmente, há associação deste elemento com o Mal de Alzheimer (esclerose cerebral) além da possibilidade de deslocar o cálcio e o magnésio dos ossos, provocando osteoporose (VAITSMAN, 2001)

Embora tenham sido encontrados valores de Al inferiores ao valor máximo (0,2 mg/L) permitido pela Portaria nº 518-GM/04-MS (BRASIL, 2004) nas águas coletadas, pode-se destacar que em alguns pontos de coleta foram encontrados teores superiores aos indicados na Resolução nº 357/05-Conama-MMA (0,1 mg/L) (BRASIL, 2005), conforme ilustra o Quadro 2. São eles: Ingá, Britador e Parque Nacional (dia 04/09/2003); Beija-Flor e Parque Nacional (dia 28/11/03); Cascata dos Amores e Britador (dia 20/01/04) e Ingá (dias 27/01/04 e 03/02/04).

No trabalho realizado no Parque Nacional da Tijuca (GOMES, 2005) os valores observados em suas análises variaram de <0,02 mg/L a 0,09 mg/L, logo, não possuindo nenhum valor acima dos limites máximos permitidos pela legislação e sendo sensivelmente inferiores aos valores encontrados no Parnaso.

Quadro 2: Concentrações de alumínio (em mg/L).

Alumínio						
	Penitentes	Amores	Ingá	Beija-Flor	Britador	Parque
01/07/2003	<0,02	0,05	0,05	0,05	0,03	0,02
08/07/2003	0,05	0,03	0,05	0,08	0,03	<0,02
15/07/2003	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
22/07/2003	<0,02	<0,02	0,13	0,02	0,04	0,01
30/07/2003	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
04/09/2003	<0,02	<0,02	0,13	<0,02	0,12	0,27
27/10/2003	<0,02	<0,02	<0,02	0,04	<0,02	<0,02
28/11/2003	0,08	<0,02	<0,02	0,11	0,08	0,10
13/01/2004	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
20/01/2004	0,10	0,26	<0,02	<0,02	0,36	<0,02
27/01/2004	0,05	<0,02	0,09	0,22	<0,02	0,18
03/02/2004	0,03	<0,02	0,07	<0,02	0,02	0,02
09/02/2004	<0,02	0,05	0,18	0,09	0,09	<0,02

Cálcio

Embora não citado explicitamente na legislação nacional referente à qualidade de águas, o cálcio, assim como o magnésio, é associado à dureza, sendo constituinte dos dentes, dos ossos, das

unhas e outros. Em quantidades elevadas, pode ser prejudicial ao uso doméstico e industrial, originando depósitos e incrustações, em especial, nas tubulações que transportam água quente (GOMES, 2005). O teor desse elemento não ultrapassou em nenhuma das amostras a concentração de 1,5 mg/L.

Os pontos em que foram encontrados os maiores teores médios e individuais desse elemento foram o Parque Nacional e a Cascata dos Amores, bem como as amostras das barragens de Penitentes e Cascata dos Amores, do dia 04/09/2003.

Segundo Gobbi (1997), no trabalho realizado nas águas do rio Marau, teores de cálcio

obtidos em suas determinações variaram de 0,4mg/L a 30 mg/L, sendo os de maior concentração nas regiões mais impactadas ambientalmente tanto por esgoto doméstico quanto por efluente industrial. Os valores observados são muito superiores aos encontrados no Parnaso.

Quadro 3: Concentrações de cálcio (em mg/L).

	Cálcio					
	Penitentes	Amores	Ingá	Beija-Flor	Britador	Parque
01/07/2003	0,34	0,78	0,54	0,64	0,51	0,84
08/07/2003	0,34	0,78	0,54	0,64	0,51	0,84
15/07/2003	0,34	0,78	0,54	0,64	0,51	0,84
22/07/2003	0,15	0,69	0,58	0,85	0,36	1,47
30/07/2003	0,31	0,77	0,54	0,49	0,43	0,65
04/09/2003	0,17	0,45	0,71	0,23	0,51	1,11
27/10/2003	0,02	0,56	0,04	0,72	0,36	0,92
28/11/2003	0,54	0,49	0,19	0,58	0,41	0,83
13/01/2004	0,71	0,52	0,83	0,81	0,81	0,83
20/01/2004	0,30	0,83	0,68	0,08	0,62	0,30
27/01/2004	0,47	0,88	0,71	0,92	0,32	0,54
03/02/2004	0,33	1,17	0,81	0,83	0,63	0,65
09/02/2004	0,28	1,13	0,41	0,85	0,62	1,11

Cloretos

Abundante na natureza, um teor elevado de cloreto nas águas é forte indicativo de poluição por excreta de humanos e animais de sangue quente. Seus efeitos laxativos geralmente aparecem nos indivíduos habituados a ingerir essa espécie química (VAITSMAN, 2005). O valor máximo para cloretos tanto na Portaria nº 518-GM/2004 do MS como na Resolução nº 357/05 - Conama, MMA

é de 250 mg/L (BRASIL, 2004 e BRASIL, 2005), superior aos encontrados em todos os pontos de coleta, demonstrando que por ocasião da coleta as águas não apresentavam cloretos em concentração capaz de afetar a qualidade das águas.

No Parque Nacional da Tijuca, as concentrações de cloreto oscilaram de 7,01 a 13,17 mg/L, sendo sensivelmente superiores aos valores encontrados no Parnaso, que pode ser explicado devido a sua maior proximidade com a região oceânica (GOMES, 2005).

Quadro 4: Concentrações de cloretos (em mg/L).

	Cloretos					
	Penitentes	Amores	Ingá	Beija-Flor	Britador	Parque
01/07/2003	1,41	1,29	1,12	1,02	1,11	1,46
08/07/2003	1,45	0,93	0,96	0,79	0,89	1,38
15/07/2003	1,59	1,18	0,96	1,40	2,11	1,95
22/07/2003	0,39	0,34	0,21	0,18	<0,05	0,70
30/07/2003	0,66	0,69	0,80	0,60	0,70	0,66
04/09/2003	0,43	0,38	0,41	0,28	0,30	0,33
27/10/2003	0,22	<0,05	<0,05	<0,05	0,25	0,43
28/11/2003	0,06	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
13/01/2004	0,21	<0,05	<0,05	<0,05	0,06	<0,05
20/01/2004	0,19	,0,05	<0,05	<0,05	0,10	0,07
27/01/2004	0,71	<0,05	0,93	0,88	0,06	1,01
03/02/2004	0,61	0,73	0,74	0,10	0,61	0,36
09/02/2004	1,02	0,69	0,89	0,97	0,92	0,80

Dureza

A dureza total de uma água representa a presença de sais de metais alcalino-terrosos (cálcio, magnésio, estrôncio) e de sais de metais pesados (ferro, alumínio e magnésio), notadamente os sais de cálcio e magnésio, que podem causar inconvenientes para o consumidor ou organismos que dependem da água para sua sobrevivência (VAITSMAN, 2001). Em nenhuma das amostras coletadas

foram observados valores superiores aos 500 mg/L estabelecidos nas portarias e resoluções (BRASIL, 2004 e BRASIL, 2005).

Conforme Gomes (2005), os valores de dureza obtidos no Parque Nacional da Tijuca oscilaram de 4,67 a 42,11 mg/L, sendo muito superiores aos encontrados no Parnaso, porém inferiores aos valores máximos permitidos pela Portaria nº 518-GM/04 M (BRASIL, 2004).

Quadro 5: Concentrações de dureza (em mg/L).

Dureza						
	Penitentes	Amores	Ingá	Beija-Flor	Britador	Parque
01/07/2003	9,26	10,11	8,84	11,79	8,00	14,74
08/07/2003	12,21	11,79	10,11	12,63	11,37	12,63
15/07/2003	13,90	10,95	10,11	14,74	11,79	16,42
22/07/2003	11,89	12,72	11,30	12,84	11,37	14,78
30/07/2003	9,82	11,79	13,42	11,80	13,20	10,63
04/09/2003	7,62	10,36	11,30	9,42	8,23	12,63
27/10/2003	9,82	11,79	7,42	10,11	8,23	11,48
28/11/2003	10,23	8,20	6,52	9,89	7,54	10,42
13/01/2004	11,89	10,48	10,11	11,40	11,82	10,42
20/01/2004	8,72	7,85	9,74	7,54	8,23	8,42
27/01/2004	10,23	8,20	8,84	8,45	10,20	9,74
03/02/2004	10,23	10,95	9,74	9,23	11,37	10,62
09/02/2004	11,89	9,45	8,84	8,32	10,20	11,10

FERRO

O valor máximo permitido pela Portaria nº 518-GM/04-MS é de 0,3 mg/L (BRASIL, 2004). Acima desse teor, a presença de ferro pode causar sabor desagradável e alterar a coloração das águas, além de manchar roupas (PIRES, 2005). Conforme pode ser observado no Quadro 3, o valor mais elevado para o ferro nas águas analisadas é de 0,3 mg/L,

o qual atende perfeitamente aos parâmetros da legislação em vigor.

No trabalho realizado por Gomes (2005) os valores de ferro não excederam a concentração de 0,11 mg/L. No Parnaso, os valores foram um pouco superiores, o que nos indica que o solo da região pode ser mais rico em ferro do que o do Parque Nacional da Tijuca.

Quadro 6: Concentrações de ferro (em mg/L).

Ferro						
	Penitentes	Amores	Ingá	Beija-Flor	Britador	Parque
01/07/2003	0,20	0,18	0,14	0,18	0,20	0,14
08/07/2003	0,18	0,21	0,16	0,11	<0,10	0,13
15/07/2003	0,30	0,30	0,20	0,30	0,20	0,30
22/07/2003	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
30/07/2003	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
04/09/2003	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
27/10/2003	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	0,29	<0,10
28/11/2003	<0,10	<0,10	<0,10	0,12	<0,10	<0,10
13/01/2004	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	0,12	<0,10
20/01/2004	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
27/01/2004	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
03/02/2004	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	0,12	<0,10
09/02/2004	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	0,12	<0,10

Magnésio

Elemento essencial à vida, junto com o cálcio, é um dos fatores determinantes da dureza da água, constituinte da clorofila e de outras moléculas de importância biológica. Nos solos, do mesmo modo que o zinco, sua carência causa clorose nas folhas. Teores elevados podem causar sabor amargo em consumidores sensíveis (VAITSMAN, 2005). O valor máximo para o metal, obtido nas amostras coletadas, foi de 2,92 mg/L na barragem do parque nacio-

nal, muito embora não haja na legislação vigente limite máximo permitido.

No trabalho realizado no rio Marau, os valores obtidos nas determinações de magnésio oscilaram entre 0,3 mg/L e 73 mg/L. Os valores maiores ocorreram em regiões de descarte de esgotamento industrial. Porém, em regiões não impactadas, os valores oscilaram de 0,3 a 12 mg/L, sendo superiores aos valores encontrados no Parnaso (GOBBI, 1997).

Quadro 7: Concentrações de magnésio (em mg/L).

Magnésio						
	Penitentes	Amores	Ingá	Beija-Flor	Britador	Parque
01/07/2003	0,70	1,15	0,99	0,77	1,06	1,55
08/07/2003	0,70	1,15	0,99	0,77	1,06	1,55
15/07/2003	0,70	1,15	0,99	0,77	1,06	1,55
22/07/2003	0,73	0,89	1,05	0,96	0,82	2,92
30/07/2003	0,96	1,55	1,97	0,55	1,88	0,95
04/09/2003	0,87	1,72	0,66	0,49	1,07	1,69
27/10/2003	0,11	1,34	0,06	1,14	0,93	1,88
28/11/2003	1,28	0,88	0,67	0,50	1,57	1,90
13/01/2004	0,99	1,57	1,20	1,37	1,02	0,78
20/01/2004	0,34	1,41	1,32	0,06	0,20	0,59
27/01/2004	0,84	1,21	0,46	1,11	1,28	1,27
03/02/2004	0,66	0,66	1,32	0,63	0,49	0,89
09/02/2004	0,41	0,81	1,18	0,86	1,33	2,65

Potássio

Os principais minerais fontes de potássio são o feldspato potássico, mica moscovita e biotita, pouco resistentes aos intemperismos físico e químico (VAITSMAN, 2001). A ingestão de água com excesso deste elemento pode provocar efeitos laxantes. A contaminação das águas por este metal é

rara e em geral relacionada a descargas industriais. Nas águas subterrâneas seu teor médio é inferior a 10mg/L, sendo mais freqüentes valores entre 1 e 5mg/L (VAITSMAN, 2005). As concentrações obtidas para o potássio não excederam 1,28 mg/L, tendo a maioria das amostras concentrações inferiores a 1 mg/L.

Quadro 8: Concentrações de potássio (em mg/L).

Potássio						
	Penitentes	Amores	Ingá	Beija-Flor	Britador	Parque
01/07/2003	0,85	0,72	0,70	0,58	0,65	0,71
08/07/2003	0,85	0,72	0,70	0,58	0,65	0,71
15/07/2003	0,85	0,72	0,70	0,58	0,65	0,71
22/07/2003	0,75	0,86	0,75	0,65	0,65	0,75
30/07/2003	1,28	0,86	1,17	0,96	0,86	0,98
04/09/2003	1,13	0,72	0,86	0,64	0,75	0,75
27/10/2003	0,75	0,75	0,75	0,64	0,65	1,17
28/11/2003	0,85	0,75	0,65	0,54	0,65	0,65
13/01/2004	0,75	0,65	0,54	0,54	0,54	0,54
20/01/2004	0,75	0,65	0,54	0,44	0,54	0,54
27/01/2004	0,75	0,65	0,54	0,44	0,65	0,54
03/02/2004	0,75	0,75	0,54	0,44	0,54	0,65
09/02/2004	0,75	0,54	0,65	0,54	0,65	0,54

SÓDIO

As águas de consumo têm, em regra, teores de sódio inferiores a 50 mgL⁻¹, podendo ser encontradas quantidades superiores em aquíferos próximos do mar, em consequência da intrusão da água do mar (VAITSMAN, 2005). O sódio em excesso, em águas para consumo, pode causar riscos para a saúde humana devido à falta de

capacidade dos rins para a recepção de doses elevadas do metal ou, ainda, provocar diarreias que podem levar à desidratação. Os valores encontrados para o sódio, nas águas analisadas, são inferiores aos 200mg/L permitidos na legislação (BRASIL, 2004). Assim, do mesmo modo que o potássio, o sódio manteve suas concentrações em níveis inferiores aos permitidos pela legislação, conforme pode ser observado no Quadro 9.

Quadro 9: Concentrações de sódio (em mg/L).

Sódio						
	Penitentes	Amores	Ingá	Beija-Flor	Britador	Parque
01/07/2003	1,26	1,61	1,38	1,38	1,02	1,73
08/07/2003	1,26	1,96	1,38	1,49	1,02	1,85
15/07/2003	1,26	1,49	1,38	1,38	1,26	1,49
22/07/2003	1,16	1,57	1,43	1,43	1,03	1,83
30/07/2003	1,30	1,30	1,43	1,43	1,30	1,43
04/09/2003	1,21	1,17	1,30	1,16	1,03	1,16
27/10/2003	1,16	1,16	1,02	0,89	1,03	1,16
28/11/2003	1,30	0,89	0,76	0,35	0,76	0,76
13/01/2004	1,30	0,76	0,76	0,48	0,35	0,62
20/01/2004	1,03	0,62	0,62	0,35	0,62	0,62
27/01/2004	0,76	0,89	0,76	0,49	0,62	0,76
03/02/2004	0,76	1,03	1,02	0,76	0,76	1,16
09/02/2004	0,62	0,75	0,76	0,62	0,62	0,48

Sulfato

Raramente deficientes nos organismos vivos, os sulfatos nas águas apresentam reduzida toxicidade, mas que podem levar certos indivíduos a diarreias leves (VAITSMAN, 2005). O sulfato é um indicador de presença de descartes industriais em corpos d'água, o que justifica as baixas concentrações de sulfatos neste estudo,

não excedendo o valor de 1,50 mg/L em águas coletadas em área de proteção.

No trabalho realizado no Parque Nacional da Tijuca, por Gomes (2005), as concentrações do ânion sulfato encontrado oscilaram de 0,97 a 2,84 mg/L, valores ligeiramente superiores aos encontrados no Parnaso, que podem evidenciar o maior efeito de chuvas ácidas no Parque Nacional da Tijuca, por se localizar cercado por um centro urbano.

Quadro 10: Concentrações de sulfato (em mg/L).

Potássio						
	Penitentes	Amores	Ingá	Beija-Flor	Britador	Parque
01/07/2003	0,45	0,74	0,86	1,05	0,71	0,85
08/07/2003	0,74	0,58	0,43	1,18	0,86	0,97
15/07/2003	0,56	0,66	0,43	0,85	0,95	0,83
22/07/2003	<0,05	<0,05	<0,05	0,20	<0,05	<0,05
30/07/2003	0,23	0,15	0,19	0,26	0,33	0,30
04/09/2003	0,29	0,58	<0,05	0,11	0,17	<0,05
27/10/2003	0,35	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,07
28/11/2003	0,12	<0,05	0,13	0,09	<0,05	<0,05
13/01/2004	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
20/01/2004	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
27/01/2004	0,49	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,62
03/02/2004	1,50	<0,05	0,49	<0,05	0,42	0,08
09/02/2004	0,56	0,78	0,74	0,88	0,69	0,30

Resultados microbiológicos

As bactérias englobadas na expressão “grupo coliforme” pertencem aos gêneros *Escherichia*, *Enterobacter*, *Klebsiella*, *Citrobacter* e outras. A presença desses organismos na água de consumo, qualquer que seja sua origem, pode representar risco para a saúde dos consumidores. Todos os resultados, nas 78 amostras da verificação da presença/ausência de coliformes totais e fecais, estes representados pela *E. coli*, foram positivos, indicando que, para consumo humano, as águas estudadas necessitam de desinfecção prévia.

Análise de similaridade

A Figura 2 mostra o resultado da análise de similaridade entre as datas de coleta. É interessante notar dois grandes grupamentos formados. Da direita para a esquerda, observa-se um grande grupo envolvendo as datas das estações da primavera e verão. O outro grupo envolve as datas de inverno. Isso mostra que deve haver uma diferença perceptível nos resultados das amostras colhidas, segundo a sazonalidade mencionada. Provavelmente, estão envolvidos os parâmetros temperatura e todos aqueles outros que podem sofrer alterações em função das chuvas, modificando o padrão dos resultados. Este resultado sugere a divisão dos dados coletados para estudo em dois grandes períodos do ano: chuvoso (primavera/verão) e estiagem (outono/inverno).

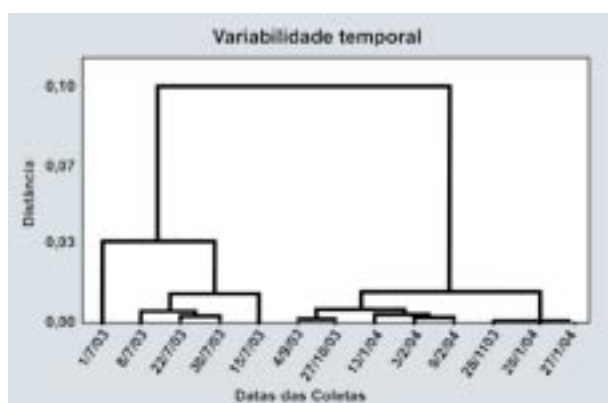


Figura 2 - Similaridade entre as datas das coletas, revelando uma sazonalidade entre as coletas no município de Teresópolis.

A Figura 3 mostra o resultado da similaridade entre os pontos de coleta. Pode-se notar a similaridade entre os pontos Beija-Flor e Parque Nacional, formando um grupo, e os demais pontos

formando um outro grupo. Na verdade, Britador, Beija-Flor e Parque Nacional formam um sistema diferenciado, sem conexão com os demais pontos. Verifica-se que Britador não influencia a similaridade entre Beija-Flor e Parque, isto é, suas águas não interferem nem modificam a interpretação dos resultados analíticos do conjunto Beija-Flor/Parque Nacional, fato explicável uma vez que a vazão do rio Beija-Flor é muito superior à do rio Britador, constatável visualmente.

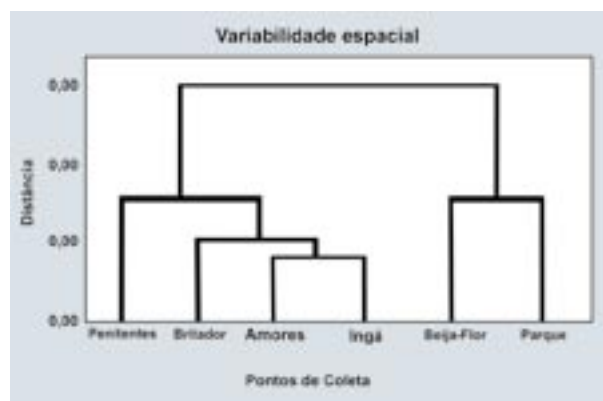


Figura 3 - Similaridade entre os pontos de coleta escolhidos no município de Teresópolis.

Embora as águas coletadas nos pontos Beija-Flor e Parque tenham resultados qualitativos e quantitativos extremamente semelhantes quanto às características físico-químicas, em futuras coletas não se pode dispensar nenhum dos pontos, uma vez que, com o tempo, o fator ambiente, devido a ações antrópicas ou mesmo naturais, podem mudar de forma diferente em cada região. O mesmo vale para os pontos Ingá e Cascata dos Amores, que também apresentam grande semelhança. A semelhança decorre do conjunto de resultados e não de um resultado individual. Mesmo tendo boa parte dos elementos abaixo do limite de detecção, um valor foi atribuído a eles, como já explicado: LD/2 (EPA, 1989). Independentemente dos valores absolutos dos resultados, o aspecto visual do cluster obtido não se modificará. Somente a distorção do conjunto é capaz de alterar a forma gráfica.

Vale lembrar que os pontos utilizados neste trabalho são captações de água da Ceda. Todos os pontos, exceto o Britador, sofrem desinfecção por cloro, sendo a barragem de Penitentes por cloro sólido (hipoclorito de cálcio ou sódio) e os demais por cloro gasoso.

Conclusão

Os dados obtidos em campo e os resultados analíticos foram tratados por estatística multivariada, levando à confirmação de semelhança entre os pontos de coleta de amostra de água. No Parque Nacional da Serra dos Órgãos os pontos Beija-Flor e Parque Nacional apresentaram grande semelhança e em seu entorno os pontos Ingá e Cascata dos Amores também. O ponto denominado Penitentes foi o que menos se assemelhou com o dos demais, justificável por se encontrar em maciço diferente dos demais.

As informações corroboram a expectativa de que nos locais estudados na unidade de conservação e entorno, que estão bem conservados, os recursos hídricos podem ser considerados como satisfatórios, ainda, sem ação antrópica significativa.

Os parâmetros determinados confirmam que eles encontram-se nos limites permitidos pela Portaria nº 518-GM/04-MS. Não foi objetivo deste estudo a determinação de parâmetros orgânicos e outros microorganismos, os quais exigem equipamentos e procedimentos técnicos não disponíveis no LaDA-IQ/UFJ.

Quanto à resolução Conama nº 357/05, as determinações indicariam a classificação como Classe 1, exceto por algumas determinações de alumínio nos pontos Parque Nacional e Cascata dos Amores.

Deve-se enfatizar que as águas coletadas no Parnaso e entorno, com exceção daquelas localizadas na barragem do Britador, são submetidas apenas à tecnologia de tratamento por cloração e, em seguida, distribuídas para a população pela empresa estadual responsável.

Referências bibliográficas

- AB´SABER, A. N. O suporte geoecológico das florestas beiradeiras (ciliares). In: RODRIGUES, R. R.; FILHO, H. F. L. **Matas ciliares conservação e recuperação**. São Paulo: Ed. Universidade de São Paulo, 2000, p. 15-25.
- AMADOR, A. B. **Caracterização da qualidade das águas da bacia do Alto Rio Macaé, Nova Friburgo – RJ**. Rio de Janeiro, 2003. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal Fluminense.
- AMARAL, S. B. do. **Aspectos da relação entre uso-ocupação do solo e qualidade da água na Bacia do Rio Pequeno – São José dos Pinhais/PR Curitiba**. 2002. Dissertação (Mestrado em Geografia) – UFPR.
- APHA. **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**. 20.ed. Washington, DC, 1989.
- BAIRD, C. **Química Ambiental**. Rio de Janeiro: Ed. Bookman, 2002.
- BRASIL. Lei nº 9.985/00, de 18 de julho de 2000. Brasília. 2000.
- BRASIL. Fundação Nacional de Saúde. Portaria do Ministério da Saúde – nº 518/2004, de 25 de março de 2004. Brasília. 2004.
- BRASIL. 2005. Resolução CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005. Brasília.
- GOBBI, D. L. **Monitoramento ambiental da água do rio Marau na região do Planalto Médio do Rio Grande do Sul**. Rio de Janeiro, 1997. Dissertação (Mestrado em Química) – Instituto de Química, UFRJ.
- GOMES, A. **Estudo da qualidade das águas de mananciais da Floresta da Tijuca – Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro, 2005. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio de Janeiro.
- LIMA, W. P.; ZAKIA, M. J. B. Hidrologia de matas ciliares. In: RODRIGUES, R. R.; FILHO, H. F. L. **Matas ciliares conservação e recuperação**. São Paulo: Ed. Universidade de São Paulo. p. 33-44.
- MENDIGUCHIA, C.; MORENO, C.; GALINDO-RIANO, M. D.; GARCIA-VARGAS, M. Using chemometric tools to assess anthropogenic effects in river water. A case study: Guadalquivir River (Spain). **Anal. Chim. Acta**, v. 515, p. 143-149, 2004.
- PARINET, B.; LHOUE, A.; LEGUBE, B. Principal component analysis: an appropriate tool for water quality evaluation and management-application to a tropical lake system. **Ecological Modelling**, v. 178, p. 295-311, 2004.

PIRES, L. C. M. **Diagnóstico da qualidade das águas superficiais do município de Teresópolis – RJ**. Rio de Janeiro, 2005. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio de Janeiro.

REGHUNATH, R.; MURTHY, T. R. S.; RAGHAVAN, B. R. The utility of multivariate statistical techniques in hydrogeochemical studies: an example from Karnataka, India. **Water Res.**, v. 36, p. 2437-2442, 2002.

SIMEONOV, V.; STRATIS, J. A.; SAMARA, C.; ZACHARIADES, G.; VOUTSA, D.; ANTHEMIDIS, A.; SOFONIOU, M. E Kouimtzis, Th. Assesment of the surface water quality in Northern Greece. **Water Res.**, v. 37, p. 4119-4124, 2003.

SINGH, K. P.; MALIK, A.; MOHAN, D.; SINHA, S. Multivariate statistical techniques for the evaluation of spatial and temporal variations in water quality of Gomti River (India)-a case study. **Water Res.**, v. 38, p. 3980-3992, 2004.

US ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (EPA). **Technological Report, Statistical Analysis of Ground-Water Monitoring Data at RCRA Facilities**. Washington, DC: EPA, 530-SW-89-026. 1989.

VAITSMAN, D.; CIENFUEGOS, F. **Análise instrumental**. Rio de Janeiro: Ed. Interciência, 2000.

VAITSMAN, D. S.; AFONSO, J. C.; DUTRA, P. B. **Para que servem os elementos químicos**. Rio de Janeiro: Ed. Interciência, 2001.

VAITSMAN, D. S.; VAITSMAN, M. S. **Água mineral**. Rio de Janeiro: Ed. Interciência, 2005.
